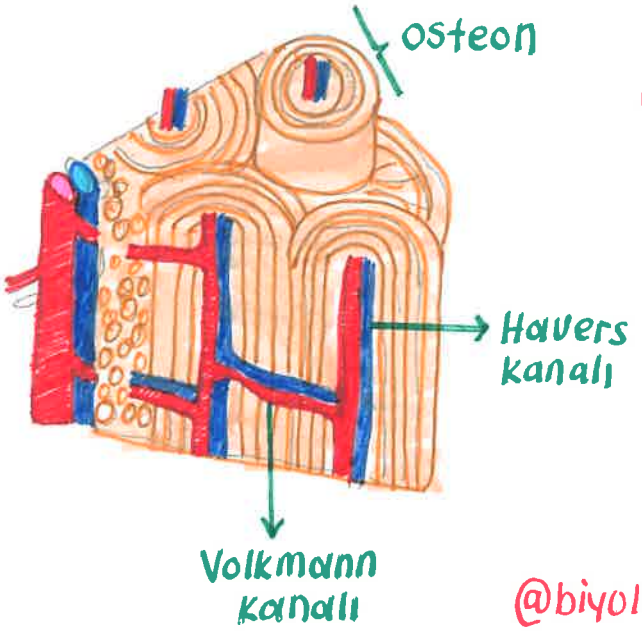
İNSANDA DESTEK ve HAREKET SİSTEMİ

1. İskelet Sistemi, Kemik Doku ve Kemik Çeşitleri

- İnsanda destek ve hareket sistemi, iskelet sistemi ile kas sisteminin birlikte çalışması ile görevini yerine getirir. İskelet sistemi; kemik doku ve kemik çeşitleri, kıkırdak doku ve eklemlerden oluşur.
@biyolojinotu
- Kemik doku hücrelerine osteosit, kemik dokunun ara maddesine ise osein denir.
- Osteositlerin bulunduğu boşluklara lakün adı verilir. Lakünlerde bulunan osteositler, yıldızımsı bir şekilde olup, oluşturdukları uzantılarla birbirleriyle bağlantı kurar.
- Kemiklerin ara maddesi olan osein, organik (kollajen lifler) ve inorganik (kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat, magnezyum vb.) maddelerden meydana gelir.
- Kollajen lifler kemiğe esneklik sağlar. Kemik dokuda bulunan inorganik maddeler ise ($CaCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, Mg^{+2} vb.) kemiğe sertlik kazandırır.
- Kemik doku kendi içerisinde sürüngerimsi kemik doku ve sert (sıkı) kemik doku olmak üzere iki kısma ayrılır.
@biyolojinotu

a) **Süngerimsi Kemik Doku:** Gözenekli bir yapıya sahip olup boşluklarında kırmızı kemik iliği taşır. Kırmızı kemik iliği, kan hücrelerimiz olan eritrosit (alyuvar), lökosit (akyuvar) ve trombosit (kan pulcukları) yapılarını üretir. Süngerimsi kemik doku, uzun kemiklerin baş kısmında, kısa ve yassı kemiklerin ise iç kısmında bulunur.
@biyolojinotu

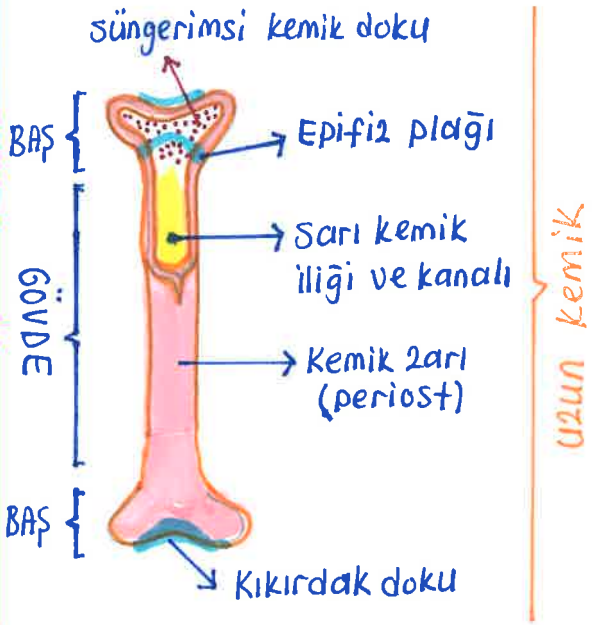
b) **Sert (Sıkı) Kemik Doku:** Sağlam sert bir yapıya sahip olup, osteon denilen yapı birimlerinden oluşur. Sıkı kemik dokuda bulunan boyuna kanallara Havers kanalı, havers kanallarını birbirine bağlayan enine kanallara ise Volkmann kanalı denir. Bu kanallarda sinir hücreleri ile kan damarları uzanır (bulunur.) Osteositlerin besin ve oksijen ihtiyaçları ile boşaltımları bu damarlardan sağlanır. Sert kemik doku, uzun kemiklerin dış yüzünde ve özellikle gövde kısmında bolca bulunur. Diğer kemik çeşitlerinin de dışını örter.



@biyolojinotu vasfi gelir

- Kemikler şekillerine göre; uzun kemik, kısa kemik, yassı kemik ve düzensiz şekilli kemikler olmak üzere 4 grupta toplanır.
- Kemik çeşitlerine geçelim:

@biyolojinotu



1. Uzun Kemikler

- Kol ve bacaklarda bulunan pazu, dirsek, ön kol, kaval, baldır ve uyluk kemikleri örnek verilebilir.

Not: Parmak kemikleri uzun kemiklerdir.

- Uzun kemiklerin uç kısımları şişkin bir yapıdadır. Baş kısımlarının dışı sert kemik doku, içi ise süngerimsi kemik dokudan oluşur. İki baş kısım arasında kalan gövde bölümü ise temelde sert kemik dokudan oluşur.
- Uzun kemiklerin gövde kısmında sarı kemik iliği ve kanalı bulunur. İliğin yağ miktarı fazla olduğundan sarı bir renk almıştır.
- Kıkırdaktan oluşan ve uzun kemiklerin baş kısmında bulunup kemiğin boyca uzamasını sağlayan yapı epifiz plağıdır. Yaşın ilerlemesi ile bu yapı kemikleşir ve boyun uzaması durur.
- Kemiklerin en dışını sararak, kemiği besleyen, onaran, koruyan ve enine büyümesini (kalınlaşmasını) sağlayan yapı ise periost zarıdır. Periostta bol miktarda kan damarı ve sinir bulunur.

2. Kısa Kemikler

@biyolojinotu vasfi gelir

- El bilek kemikleri ile ayak bilek kemikleri örnek verilebilir.
- Dış kısımlarında sert kemik doku, iç kısımlarında ise süngerimsi kemik doku bulunur.
- Boy ve enleri birbirine yakın kemiklerdir.

3. Yassı Kemikler

- Kafatası kemikleri, kaburga, kalça kemiği ve kürek kemiği örnek verilebilir.
- Dış kısımları sert kemik doku, iç kısımları ise süngerimsi kemik dokudan oluşur.

@biyolojinotu vasfi gelir

4. Düzensiz Şekilli Kemikler

- Omurlar ile çene kemikleri örnek olarak verilebilir.
- Belli bir şekli olmayan kemiklerdir.
- Dış kısımları sert kemik doku, iç kısımları ise süngerimsi kemik dokudan oluşur.

Not: Süngerimsi kemik doku, sert kemik doku, periost ve kırmızı kemik iliği kemik çeşitlerinde bulunan ortak yapılardır. Ancak sarı kemik iliği ve kanalı sadece uzun kemiklerde bulunur.

İNSANDA DESTEK ve HAREKET SİSTEMİ

Kıkırdak Doku ve Eklem Çeşitleri

- Kıkırdak doku hücrelerine kondrosit, kıkırdak dokunun ara maddesine kondrin denir.
- İskelet sisteminin önemli bir bölümü olan kıkırdak doku; kondrosit, kondrin ve liflerden oluşur.
- Kıkırdak dokuda kan damarı bulunmaz. Kondrositler bağ dokudan difüzyonla beslenirler. Yine atık maddelerini bağ dokudaki kılcal damarlara verir.
- Kondrositler bir kapsül ile sarılı olup metabolizmaları yavaştır.
- Kıkırdak dokunun 3 çeşidi bulunur.

@biyolojinotu vasfi gelir

1. Hiyalin Kıkırdak

- Kollajen lif taşır. Embriyonik dönemde iskelet, hiyalin kıkırdaktan oluşur. Embriyo geliştikçe kemikleşme miktarı da artar.
- Ancak burunda, soluk borusunda, bronşlarda, kaburga uçlarında ve oynar eklemlerin kemik yüzeylerinde hiyalin kıkırdak bulunur.

2. Elastik Kıkırdak

- Elastik lif taşır. Bükülme ve esneme özelliğindedir.
- Kulak kepçesinde, östaki borusunda ve epiglottiste bulunur.

3. Fibröz Kıkırdak

- Kollajen lif miktarı fazladır. Basınç ve çekmeye dayanıklı bir yapısı vardır.
- Omurlar arası disklerde bulunur.

@biyolojinotu
vasfi gelir

@biyolojinotu vasfi gelir

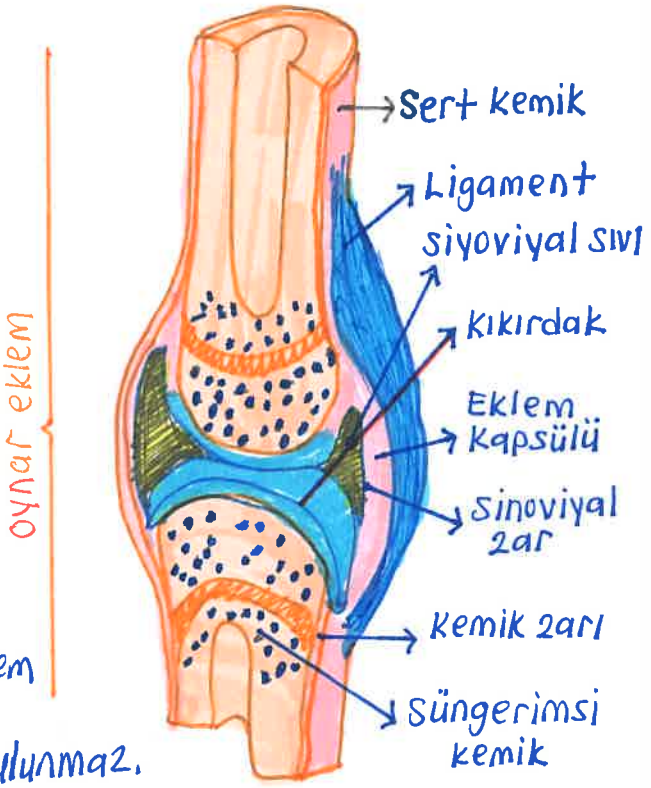
Eklem Çeşitleri

- Kemiklerin birleşim noktalarına **eklem** denir. Oynar eklem, yarı oynar eklem ve oynamaz eklem olmak üzere 3 eklem çeşidi bulunur.

1.Oynar Eklem

- Kol ve bacakta bulunan kemikler arasındaki eklemlerdir.
- İki kemik, eklem bölgelerinde **ligament** denilen yapılarla birbirine bağlanır.
- Oynar eklemlerde **eklem kapsülü** denilen bir yapı bulunur. Bu kapsülün iç yüzü olan **sinoviyal zar**, iki kemiğin sürtünmeden dolayı aşınmasını engelleyen **sinoviyal sıvıyı** üretir.

Not: Eklem kapsülü ve sinoviyal sıvı (eklem sıvısı) sadece oynar eklemlerde bulunur. Diğer eklem çeşitlerinde bulunmaz.



2.Yarı Oynar Eklem

@biyolojinotu vasfi gelir

- Sınırlı hareket yeteneğine sahip bu eklemlerde, sürtünmeyi engelleyen kıkırdak yapılı diskler bulunur.
- Omurgayı meydana getiren omurlar arasındaki eklemlerdir.

3.Oynamaz Eklem

@biyolojinotu

- Hareket yetenekleri bulunmaz. Kafatası kemikleri arasında, göğüs kemiği ile kaburgalar arasında ve kuyruk sokumunda bulunan eklem çeşididir.

KAS SİSTEMİ, KAS ÇEŞİTLERİ ve KAS KASILMASI

- Kas sistemi, iskelet sistemi ile birlikte insanda destek ve hareket sistemini oluşturur. Kas çeşitleri ve bu kaslardaki kas kasılması kas sisteminin yapı ve işleyişini meydana getirir.
- Kas hücrelerinin hücre zarına sarkolemma, sitoplazmasına sarkoplazma, mitokondrilerine sarkozom ve endoplazmik retikulumlarına ise sarkoplazmik retikulum denir. Sarkoplazmik retikulumda kas kasılmasında görev alan kalsiyum minerali bulunur. Ayrıca kaslarda fazla enerji (ATP) kullanıldığı için, kas hücrelerinde mitokondri (sarkozom) sayısı da fazladır. @biyolojinotu
- Kas çeşitlerinde aktin ve miyozin denilen protein yapılı iplikler bulunur. Aktin ve miyozin birlikte miyofibril yapısını oluşturur.
- Kaslar, vücudu destekleyerek hareketin sağlanmasında ve vücut şeklinin oluşmasında etkilidir.
- Kaslar kasılıp gevşeyerek kan ve lenf sıvısında bulunan çeşitli maddelerin taşınmasını sağlar. @biyolojinotu
- Kasların oksijenli solunum ile enerji (ATP) üretmesi sonucunda açığa çıkan ısı ile vücut sıcaklığı düzenlenir.
- Kaslarda bulunan miyoglobin, protein yapılı olup demir içerir. Miyoglobin oksijen depolayan ve kasa kırmızı renk veren moleküldür. Suda yaşayan yunus, balina, fok gibi memelilerde miktarı daha fazladır.
- Kaslar kendi içerisinde 3 çeşide ayrılır. Bunlar:

vasfi gelir @biyolojinotu

1. İskelet Kası (Çizgili Kaslar)

- Silindir şekilli çok çekirdekli hücrelerden meydana gelir. Çizgili kas hücrelerinin birbirine değen zar kısımları eriyerek, çok çekirdekli büyük kas hücreleri oluşur. (Dikkat, sorularda endomitoz olayı ile çok çekirdekli hale gelirler ifadesi yanlıştır. Yukarıda ifade edildiği gibi çok çekirdekli hale gelirler.)
- Somatik sinir sistemi denetiminde istemli çalışan kas grubudur.
- Çizgili kaslar iskelete tutunan ve vücutta en fazla bulunan kas çeşididir.
- Hızlı çalışıp çabuk yorulurlar. @biyolojinotu vasfi gelir
- Miyoglobin miktarları fazladır.

- Aktin ve miyozinler düzenli dizilerek bantlı bir yapı oluşturur. Çizgili kaslarda miyozinler koyu, aktinler ise açık renkte gözükerek bantlaşma meydana gelir.
- İskelet kasları oksijen yetersizliğinde laktik asit fermantasyonu yapabilirler.

@biyolojinotu vasfi gelir

2. Kalp Kası

- Kalbin yapısında bulunan silindir şekilli dallanmış ve genellikle tek çekirdekli hücrelerden oluşur.
- Otonom sinir sistemi denetiminde istemsiz çalışır. Ayrıca otonom sinir sistemi olmadan da tek başına kasılıp gevşeyebilir.
- Kalp kasında da aktin ve miyozinler düzenli dizilerek bantlaşma meydana getirir.
- Kalp kası hızlı ve düzenli (ritmik) çalışır.

@biyolojinotu

Not: Dallanmış kalp kası hücreleri ara diskler ile birbiriyle bağlantı kurar. Kalbin düzenli çalışabilmesi için ara diskler, kalp kası hücreleri arasında sinyal iletimi yapar.

3. Düz Kaslar

@biyolojinotu

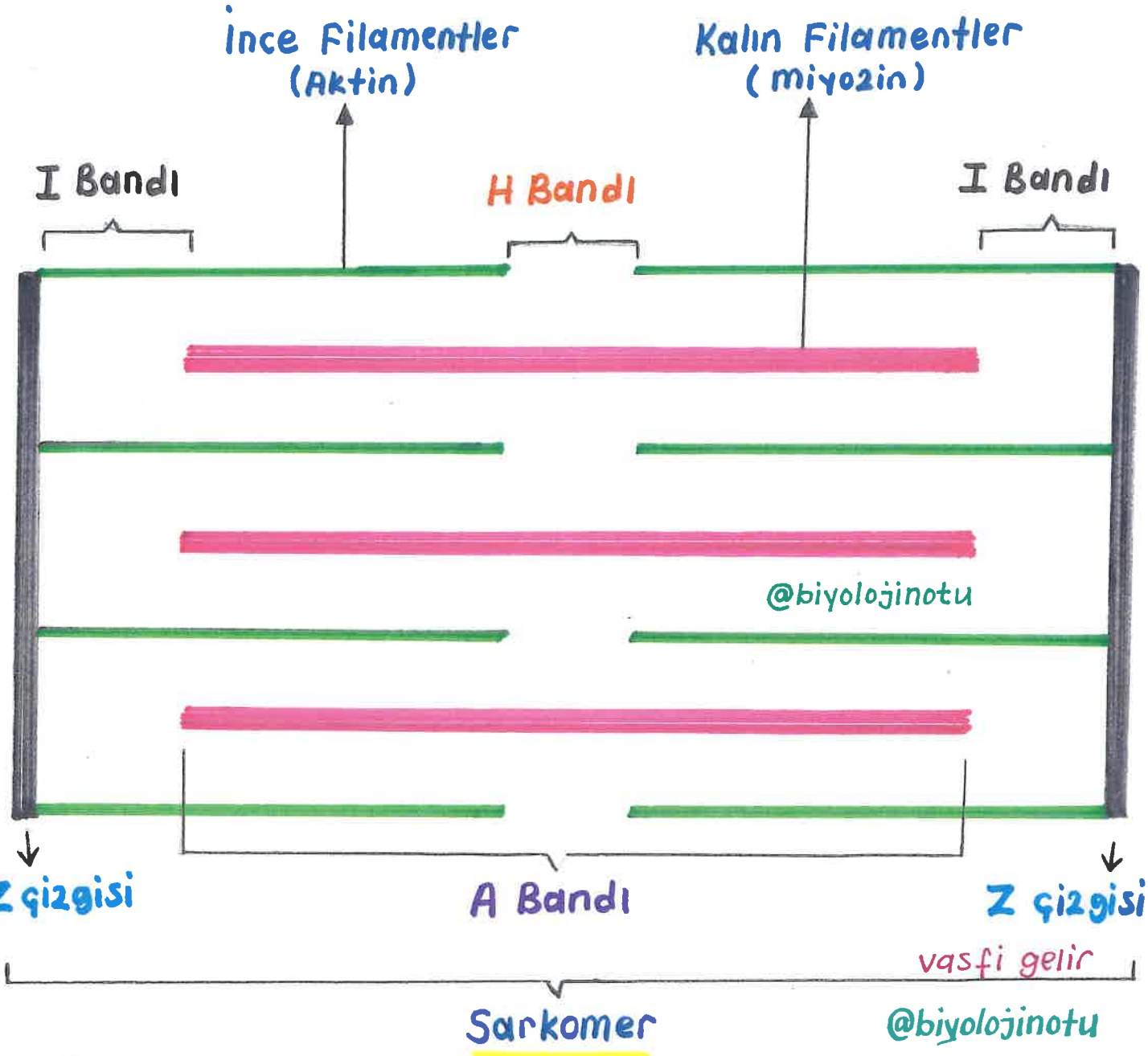
- Mekik şeklindeki tek çekirdekli hücrelerden oluşur. Düz kaslar genellikle iç organların yapısında bulunur. (mide, bağırsak, damarlar vb.)
- Otonom sinir sistemi denetiminde istemsiz çalışırlar.
- Düz kaslarda aktin ve miyozinler düzenli dizilmediğinden bantlaşma görülmez.
- Yavaş ve düzenli (ritmik) çalışırlar.

Not: Kas çeşitlerinden en hızlı çalışanı çizgili kaslardır. Daha sonra kalp kası gelir. En yavaş çalışanı ise düz kaslardır.
(Çizgili kaslar > kalp kası > düz kaslar)

@biyolojinotu
vasfi gelir

Kas Kasılması (Huxley Kayan İplikler Modeli)

- Kasılma birimine sarkomer denir. Sarkomer, iki Z çizgisi arasında kalan bölümdür. Aşağıdaki şekilde sarkomerin yapısı gösterilmiştir.



- Z çizgilerine bağlı ve açık renkte gözüken ince iplikler (filamentler) aktin proteinleridir. Sarkomerin orta kısmında bulunan koyu renkli kalın iplikler ise miyozin proteinleridir.
- Sadece aktinlerden oluşan bölgeye I bandı, aktin ve miyozinden oluşan orta kısma A bandı ve sadece miyozinden meydana gelen bölüme ise H bandı denir. H bandı iki aktin ucu arasındaki bölgedir.

Kasılma sırasında

- Z çizgileri birbirine **yaklaşır.**
- Sarkomerin boyu **kısalır.**
- I bandı **daralır.**
- H bandı **daralır** veya **kaybolur.**
- A bandının boyu, toplam miyozin boyuna karşılık gelir. Kasılma veya gevşemede miyozinin boyu değişmediğinden A bandının boyu da **değişmez.**

Gevşeme sırasında

- Z çizgileri birbirinden **uzaklaşır.**
- Sarkomerin boyu **uzar.**
- I bandı **genişler.**
- H bandı **genişler, görülür.**
- Kasılma veya gevşemede aktin ve miyozinlerin boyunda bir değişme **olmaz.**

@biyolojinotu vasfi gelir

Kasılma ve gevşeme sırasıyla şu şekilde meydana gelir:

1. Kasa uyartı (impuls) getiren nöron (sinir hücresi) ile kas hücresi arasındaki bağlantı noktasına motor uç plak denir. Nörondan motor uç plağa nörotransmitter maddeler salgılanır. Bu maddeler, kas hücresinin sarkolemmasında (zarında) bulunan reseptörleri uyarır ve zarın sodyum (Na^+) geçirgenliği artar. Hücre içine giren sodyumlar (Na^+) kas hücresinin uyarılmasını sağlar.
2. Uyarılmış kas hücresi, sarkoplazmik retikulumunda (ER'de) bulunan kalsiyum (Ca^{+2}) iyonlarını sitoplazmaya aktarır. Kalsiyum iyonları aktinde bulunan troponin protein kompleksine bağlanarak miyozinin aktin üzerindeki bağlanma noktalarının açılmasını sağlar. Ayrıca kalsiyum iyonları, miyozin baş bölgesinde bulunan ATPaz enzimini aktifleştirir. ATP kullanılarak, aktinler miyozin üzerinden sarkomer merkezine (ortasına) doğru kayar. Böylece kas kasılması gerçekleşir.
3. Kas hücresinin sarkoplazmasında (sitoplazmasında) bulunan kalsiyum iyonlarının, aktif taşıma ile ATP kullanılarak tekrar sarkoplazmik retikuluma (ER) alınması ile kas gevşemesi meydana gelir.

Not: Hem kasılma hem de gevşemede ATP kullanılır.

KAS ENERJİSİNİN SAĞLANMASINDA MADDELERİN KULLANIM ÖNCELİĞİ

1. Gerekli enerji, öncelikle kas hücrelerinde bulunan mevcut ATP'den karşılanır.

@biyolojinotu

2. Mevcut ATP bittikten sonra kreatin fosfat kullanılır. Kreatin fosfat parçalanarak ADP'den ATP üretilir.

3. Kasın enerji ihtiyacı devam ederse, kas hücrelerinde depo halde bulunan glikojen parçalanarak glikoz fosfatlar oluşur.

Not: Karaciğerde bulunan glikojen parçalandıktan sonra oluşan glikozlar kana verilir. Ancak kaslarda bulunan glikojen parçalandıktan sonra oluşan glikozlar fosfatlandığı için kana verilmez.

Oluşan glikoz fosfatlar oksijenli solunum veya laktik asit fermantasyonunda kullanılarak, kasın ihtiyaç duyduğu ATP üretilir.

çizgili kasların kasılması sırasında

azalan maddeler	artan maddeler
ATP	ADP
kreatin fosfat	inorganik fosfat (Pi)
glikojen	kreatin
glikoz	karbondioksit
oksijen	su
	laktik asit
	ısı

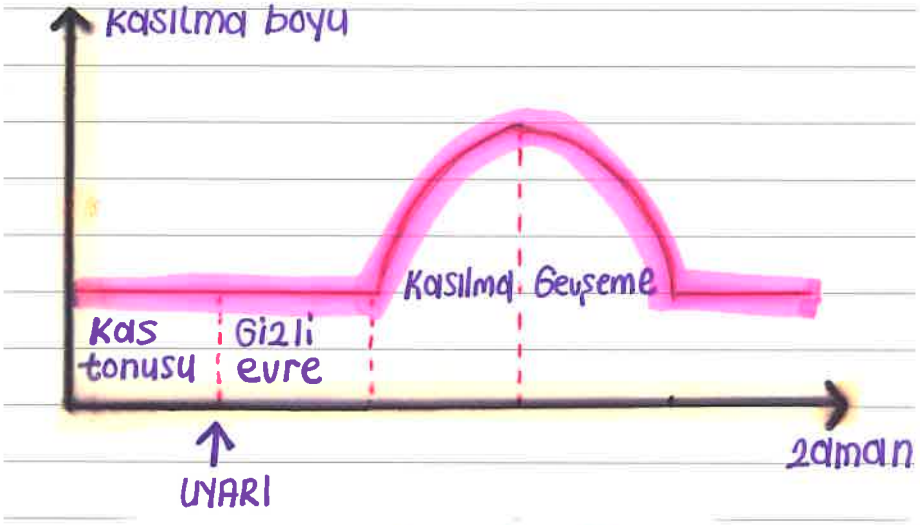
Not: Kasları kemiklere bağlayan yapılara **tendon** denir.

Not: Hem kasılma hem de gevşeme sırasında **enerji (ATP) tüketilir.**

@biyolojinotu
vasfi gelir

@biyolojinotu

- Çizgili kasların dinlenme anında bir miktarı kasılı kalması durumuna **kas tonusu** denir. Kas tonusu **orta beyin** tarafından kontrol edilir. Bilinç kaybı (baygınlık) durumunda kas tonusu devre dışı kalır.
- Kas uyarıyı alır almaz kasılmaz, belli bir sürenin geçmesi gerekir. İşte bu aşamaya **gizli evre** denir.



- Gizli evreden sonra, önce **kasılma** sonrasında **gevşeme** meydana gelir. Ardından kas tonusu şeklinde devam eder.
- Kasın kasılabilmesi için gerekli en düşük uyarı şiddetine **eşik değer** denir. Eşik değerin altındaki uyarılara kas lifi (teli) tepki vermez. Kas lifi eşik değerde ve üstündeki uyarılara ise aynı şiddette tepki verir. Bu duruma **ya hep ya hiç kuralı** denir.
- Birden fazla kas lifinin bir araya gelerek oluşturduğu kas demetinde ya hep ya hiç kuralı gözlenmez. Kas demetinde bulunan kas liflerinin eşik değerleri birbirinden farklı olacağından, uyarı şiddetinin artması verilen tepkinin artmasını sağlar.
- Kasın gevşemesine izin vermeden, sürekli uyarılması ile kas kasılı kalır. Bu duruma **fizyolojik tetanos** denir.

@biyolojinotu
vasfi gelir